

ProEHB – Eine intranetbasierte Software zur Überwachung und Visualisierung automatisierter Einschienenhängebahnen

Prof. h.c. Dr.-Ing. Rainer Hünefeld

Institut für Bergwerks- und Hüttenmaschinenkunde, RWTH Aachen

Dr.-Ing. Tilman Küpper

XGraphic Ingenieurgesellschaft, Aachen

Dipl.-Inform. Diana Dragmann

XGraphic Ingenieurgesellschaft, Aachen

1 Einleitung

In einem Bergwerksbetrieb fallen ununterbrochen erhebliche Datenmengen unterschiedlichen Ursprungs an: betriebswirtschaftliche und technische Daten, Planungsdaten aus der Logistik, Daten aus der Anlagenüberwachung und Instandhaltung, Echtzeitdaten aus der Prozess- und Maschinenüberwachung.

Bei der Vielzahl dieser Daten ist es eine zunehmende Herausforderung, die Übersicht zu wahren. Fachübergreifend relevante Daten und Informationen nicht nur an speziellen Bildschirmarbeitsplätzen, sondern unternehmensweit direkt und aktuell zugänglich zu machen, anschaulich darzustellen, Zusammenhänge zu verdeutlichen und Abläufe verfolgen zu können, ist ein wesentlicher Aspekt modernen, effizienten Informations- und Kommunikationsmanagements. Ein System, das dies leistet, ist ein wichtiges Instrument für eine ortsunabhängige Überwachung und optimierte Gestaltung von Betriebsabläufen. Dabei stehen insbesondere drei Aspekte im Vordergrund:

- Der Zugang via Intra-/Internet zu Daten und Informationen, die aus verschiedenartigen Programmen und Quellen stammen, mittels einer einheitlichen intuitiv zu bedienenden Oberfläche.
- Die Verknüpfung von Daten unterschiedlicher Herkunft, um Zusammenhänge transparent zu machen und systematische Zuordnungen vorzunehmen (Objektorientierte Organisation von Daten und Informationen).
- Die Visualisierung der Daten in anschaulicher, leicht verständlicher Form am dreidimensionalen Grubengebäudemodell des Bergwerks.

2 Das ProNet-Informationssystem

Ein Programmsystem, das den intuitiven Zugang und die anschauliche Visualisierung von Daten verschiedenster Art am dreidimensionalen Grubengebäudemodell ermöglicht, befindet sich mit ProNet seit vielen Jahren auf den Bergwerken der Deutschen Steinkohle AG (DSK) an ca. 2000 Arbeitsplätzen im Einsatz. Die Nutzung gängiger Internet- und Webbrowsertechnologie führt dabei zur Verbesserung der Informationsverfügbarkeit und zu einer Weiterentwicklung der innerbetrieblichen Kommunikation.

Das ProNet-System wird über Webserver im DSK-Intranet bereitgestellt. So ist gewährleistet, dass alle vernetzten PC-Arbeitsplätze auf das Informationsangebot zugreifen können. Die Visualisierungsclients laufen in Webbrowsern wie dem Microsoft Internet Explorer und sind somit weitestgehend systemunabhängig. Abbildung 1 zeigt schematisch die Anbindung des ProNet-Systems an die übrigen Bereiche der bergwerksinternen EDV-Infrastruktur.

Zentrales Element der ProNet-Benutzeroberfläche ist das dreidimensionale Grubengebäudemodell des Bergwerks (Abbildung 2). Dieses Modell dient zum einfachen Zugriff und zur anschaulichen Darstellung aller durch das ProNet-System verwalteten Datenquellen. Es dient damit als „geometrischer Datennavigator“. Mit dem dreidimensionalen Grubengebäudemodell sind Informationselemente verknüpft, welche Daten- und Informationsquellen repräsentieren bzw. anzeigen oder zugänglich machen. Einfaches Anklicken mit der Maus ermöglicht die intuitive Abfrage oder Bearbeitung derartiger Elemente.

Das dreidimensionale Grubengebäudemodell wird von den Planungsarbeitsplätzen in der Markscheiderei über eine Datenbank zur Verfügung gestellt. Alle Daten, die mit der Positionierung von Informationselementen am Grubengebäude zu tun haben, stammen aus der zentralen "Geometrisch-Technischen Planungsdatenbank" (GTP-DB).

3 ProNet-verwandte Applikationen

Das ProNet-Informationssystem ist modular aufgebaut. Ein sehr leistungsfähiges Modul – Visu3D – übernimmt die Darstellung des dreidimensionalen Grubengebäudemodells. Es ist durch eine komfortable Programmierschnittstelle für den Einsatz in externen Applikationen auch außerhalb des Webbrowsers prädestiniert.

So existieren inzwischen verschiedene ProNet-verwandte Anwendungen zur Bearbeitung spezieller Aufgabengebiete, in deren Benutzeroberflächen Visu3D zur Interaktion mit dem Grubengebäudemodell und damit verknüpften Informationsträgern dient. ProScape (zur Erstellung von Fluchtwegplänen unter Berücksichtigung der einschlägigen Richtlinien), ProTrans (eine Oberfläche zur Eingabe von Transportnetzen und zur Durchführung von Transportsimulationen) und ProGrube (zur gemeinsamen Visualisierung aller DSK-Bergwerke in

einer gemeinsamen Benutzeroberfläche) sind typische Beispiele solcher ProNet-verwandter Applikationen.

Die Integration mobiler Handgeräte (Personal Digital Assistants, PDAs) in das ProNet-Informationssystem wird ebenfalls unterstützt. Solche Handgeräte bieten zusätzliche Möglichkeiten zur Datenerfassung und -abfrage (Abbildung 3, ebenfalls direkt am dreidimensionalen Grubengebäudemodell!). An dieser Stelle ist die Verknüpfung klassischer, mobiler Messenger-Dienste mit den grafischen Möglichkeiten des ProNet-Systems zu nennen.

4 Überwachung und Visualisierung automatisierter Einschienehängbahnen

Im Rahmen eines F&E-Projekts der DSK wurde unter Nutzung von ProNet-Technologie das Softwaresystem ProEHB zur Überwachung und Visualisierung automatisch (mannlos) betriebener Einschienehängbahnen implementiert. Damit ist es möglich, die aktuellen Positionen und Informationen zum aktuellen Maschinenzustand der Einschienehängbahnen am dreidimensionalen Grubengebäudemodell des Bergwerks darzustellen sowie Fahraufträge zu generieren und an die Maschinensteuerung zu übermitteln. Weitere ProEHB-Module ermöglichen die grafische Definition des Gleissystems, die Durchführung von Teach-In-Fahrten¹, sowie die Überwachung aller entlang der Gleisstrecken angeordneten Wireless-LAN-Accesspoints. Abbildung 4 zeigt die grafische Benutzeroberfläche von ProEHB.

Neben dem Softwaresystem ProEHB umfasst das F&E-Projekt die Entwicklung verschiedener Hardwarekomponenten. Software und Hardware greifen eng ineinander und sind zur Realisierung eines zuverlässigen und sicheren Gesamtablaufs gleichermaßen erforderlich.

Abbildung 5 zeigt die Fahrerkabine der für den Automatikbetrieb umgerüsteten Dieselzuglaukatze DZ 2000. Zwei Radarsensoren (Mitte, oben) und ein Laser-scanner (unten) dienen zur Erkennung von Hindernissen. Zwei Infrarot-Video-kameras sind ebenfalls im oberen Bereich der Fahrerkabine angebracht. Die Videosignale werden online zum Leitstand über Tage gesendet und dort dargestellt. Sie können allerdings auch über mobile Handgeräte (PDAs) unter Tage genutzt werden; dies erleichtert zum Beispiel das manuelle Rangieren der Maschine im Bahnhofsbereich ganz erheblich. Die Sensoren sowie der – auf dem Bild nicht sichtbare – Maschinenserver samt Wireless-LAN-Anbindung wurden

¹ Nach der Definition neuer Gleise am dreidimensionalen Grubengebäudemodell wird zunächst mindestens eine manuell durchgeführte „Teach-In-Fahrt“ entlang der neuen Strecke durchgeführt. Die dabei aufgenommenen Daten (Länge der Streckenabschnitte, Positionen von Markierungen – sog. Landmarken – entlang der Strecke) dienen als Referenzwerte für den späteren Automatikbetrieb.

von unterschiedlichen Projektpartnern entwickelt und für den Einsatz unter Tage zugelassen.²

Die Kommunikation zwischen der von XGraphic erstellten Software und der zentralen Maschinensteuerung geschieht über TCP/IP-Netzwerkverbindungen auf Basis von IREDES online. Dieser unter Mitwirkung von XGraphic erarbeitete Standard nutzt etablierte Technologien wie XML (Extensible Markup Language), SOAP (Simple Object Access Protocol) und HTTP (Hypertext Transfer Protocol) zur Realisierung eines plattformunabhängigen Datenaustauschs.³

Die IREDES-online-Module innerhalb von ProEHB sind in der Programmiersprache C++ implementiert. Eine von XGraphic entwickelte XML-Bibliothek dient zur Generierung der SOAP-Anfragen, welche zur Maschinensteuerung gesendet werden. Die HTTP-Datenübertragung sowie die Analyse der von der Maschinensteuerung generierten Rückgabedaten geschieht ebenfalls durch von XGraphic entwickelte Module. Die Struktur des Gesamtsystems ist in Abbildung 6 dargestellt.

Mit Ausnahme der 3D-Visualisierung, die speziell auf das Betriebssystem Microsoft Windows angepasst ist, sind alle Softwaremodule in Standard-C++ implementiert. Sie können mit unterschiedlichen Compilern (zum Beispiel Visual C++ und GNU G++) und Betriebssystemen (zum Beispiel Microsoft Windows und GNU/Linux) verwendet werden.

Zwei Beispiele – die Anzeige von Position und Status einer Einschienenhängebahn sowie die Auslösung eines Fahrauftrags durch den Leitstand – mögen die Kommunikation zwischen den verschiedenen Systemkomponenten illustrieren:

- Da Technologien wie GPS (Global Positioning System) zur Positionserkennung unter Tage naturgemäß nicht eingesetzt werden können, wird die Bewegung der Einschienenhängebahn entlang der Gleisstrecke zunächst über ein Reibrad aufgenommen. Um Schlupf-Effekte und andere Messungenauigkeiten auszugleichen, sind in größeren Abständen entlang der Gleisstrecke bzw. vor relevanten Einbauten wie Wettertüren sog. Landmarken angebracht, die von Sensoren oberhalb der Fahrerkabine erkannt werden.

Die unter Zuhilfenahme der Landmarken korrigierten Längendaten werden zusammen mit Informationen zum aktuellen Maschinenzustand zunächst auf dem Maschinenserver verwaltet. Von dort aus gelangen sie über Wireless-LAN zum Applikationsserver im Prozessnetzwerk des Bergwerks.

² Hier sind besonders die Firmen SMT Scharf als Hersteller der Dieselzuglaufkatze, das für Sensortechnik und Konstruktion verantwortliche Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik sowie die Firma Embigence für die Entwicklung der Wireless-LAN-Komponenten und der Rechnersysteme auf der Einschienenhängebahn zu nennen.

³ Siehe <http://www.iredes.org>

Der zentrale ProEHB-Server liest regelmäßig alle auf dem Applikationsserver vorliegenden Längen- und Zustandsdaten aus und verknüpft diese mit den am dreidimensionalen Grubengebäudemodell definierten Gleisstrecken in der ProEHB-Datenbank. Durch diese Verknüpfung werden aus den von der Einschienenhängebahn erhaltenen „eindimensionalen“ Längeninformationen dreidimensionale Gauß-Krüger-Koordinaten ermittelt, die zur Anzeige durch die ProEHB-Visualisierungsclients geeignet sind.

Die im Bergwerks-Intranet betriebenen ProEHB-Visualisierungsclients greifen alle auf einen zentralen ProEHB-Server zu. Die gemeinsame Datenhaltung garantiert dabei eine konsistente Darstellung der aktuellen Prozesssituation auf allen anzeigenden Systemen.

- Zur Auslösung eines Fahrauftrags selektiert der Leitstandsfahrer die gewünschte Einschienenhängebahn und das gewünschte Fahrtziel. Diese Angaben werden an den ProEHB-Server übermittelt und dort automatisch mit den Gleisstreckendaten in der ProEHB-Datenbank verknüpft. Das Ergebnis dieser Verknüpfung ist eine abschnittsweise Beschreibung der Fahrstrecke, ganz ähnlich, wie dies auch von Internet-Routenplanern⁴ bekannt ist.

Nach der Bestätigung der Fahrstrecke durch den Leitstandsfahrer werden die Daten an den Applikationsserver übergeben. Der Applikationsserver stellt sicher, dass vor der Aktivierung des Fahrauftrags eine vorgeschriebene Sicherheitssequenz eingehalten wird (Kontrolle und Quitting aller Videosignale durch den Leitstandsfahrer, Hupsignal an der Maschine usw.) und leitet den Fahrauftrag anschließend über Wireless-LAN an den Maschinenserver auf der Einschienenhängebahn weiter.

Jetzt beginnt die automatische Fahrt der Einschienenhängebahn – unter ständiger Überwachung durch den Maschinenserver. Hindernisse, die während der Fahrt durch die Radarsensoren oder den Laserscanner erkannt werden, führen zu einer Beendigung des Fahrauftrags und einer entsprechenden Fehlermeldung an den Applikationsserver (bzw. von dort aus weiter an ProEHB). Kritische Ereignisse – wie die Betätigung des Not-Aus-Tasters auf der Maschine – führen auch ohne Beteiligung des Maschinenservers zu einem sofortigen Stopp der Maschine und infolgedessen zum Abbruch des Fahrauftrags.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen eines F&E-Projekts der Deutschen Steinkohle AG (DSK) wurde unter Nutzung von ProNet-Technologie ein Softwaresystem zur Überwachung und Visualisierung automatisch (mannlos) betriebener Einschienenhängebahnen implementiert. Damit ist es möglich, die aktuellen Positionen und Informationen

⁴ Siehe zum Beispiel <http://www.map24.de>

zum aktuellen Maschinenzustand der Einschienenhängebahnen am dreidimensionalen Grubengebäudemodell des Bergwerks darzustellen sowie Fahraufträge auszulösen. Weitere ProEHB-Module ermöglichen die grafische Definition des Gleissystems, die Durchführung von Teach-In-Fahrten, sowie die Überwachung aller entlang der Gleisstrecken angeordneten Wireless-LAN-Access-points.

Das Gesamtsystem ist seit Ende 2005 auf dem Bergwerk Ost als Prototyp realisiert und befindet sich in der Erprobungsphase. Zurzeit erfolgt die Weiterentwicklung zur Serienreife – die Fertigstellung ist noch für dieses Jahr geplant.

Bei der im Rahmen des F&E-Projekts betriebenen Entwicklung der Soft- und Hardware wurde großer Wert auf die universelle Einsetzbarkeit des neu aufgebauten Systems gelegt:

- IREDES als offener Kommunikationsstandard für automatisch und auch manuell betriebene Geräte und Einrichtungen umfasst seit jeher den gesamten Bereich des Bergbaus (über und unter Tage). Als typische Beispiele seien Bohrgeräte, Schwerlastkraftwagen oder auch Ladegeräte zur Einbringung von Sprengstoffen genannt.
- Ergänzend zur Untertagebergbau-spezifischen ProNet-Technologie, wie sie bei der DSK genutzt wird, hat XGraphic ein universelles 3D-SDK (Software Development Kit“) entwickelt. Dieses 3D-SDK gestattet die einfache Einrichtung netzwerkbasierter Visualisierungssysteme in allen Bereichen, wo Prozessdaten mit Ortsbezug übersichtlich dargestellt werden sollen.

Die entwickelte Automatisierungslösung ist daher nicht auf den Betrieb von Einschienenhängebahnen unter Tage beschränkt. Industrielle Einrichtungen für automatisierte Materialtransporte sind als Einsatzgebiete ebenso möglich wie Tracking-Systeme in der Gebäudeleittechnik.

Quellennachweis

Hünefeld, R., Küpper, T., Roßmann, M., Bramsiepe, H.: Ein browsergestütztes, raumbezogenes Informationssystem. Glückauf 138 (2002), Nr. 5, S. 213ff.

Hünefeld, R., Küpper, T., Ostermann, D., Bramsiepe, H.: ProNet und seine Verwandten – Eine Programmfamilie für vielfältige Anwendungsfälle. Glückauf 142 (2006), Nr. 5, S. 186ff.

Müller, C.: Unified Communication and Standardized Data Exchange for Underground Mines. Second International Symposium “Rapid Mine Development”, Aachen, 2006, pp. 561-577, ISBN 3-7739-6018-2.

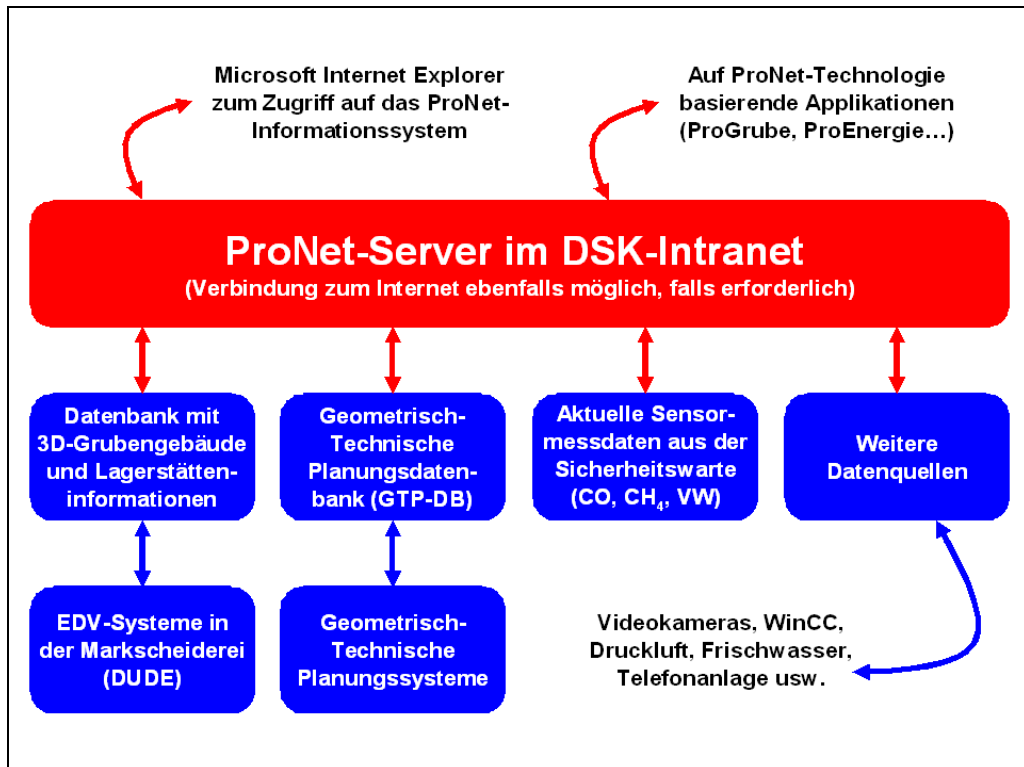


Abb. 1 – Struktur des ProNet-Informationssystems

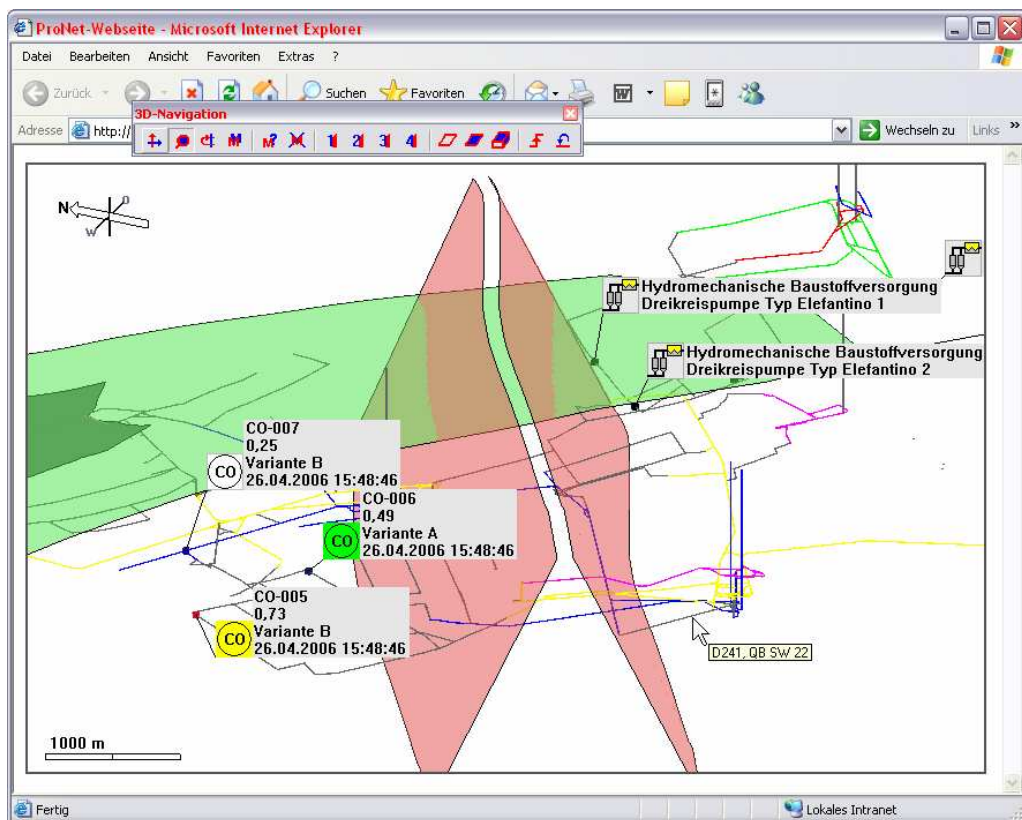


Abb. 2 – ProNet im Webbrowser



Abb. 3 – Pocket-ProNet für den Einsatz unter Tage

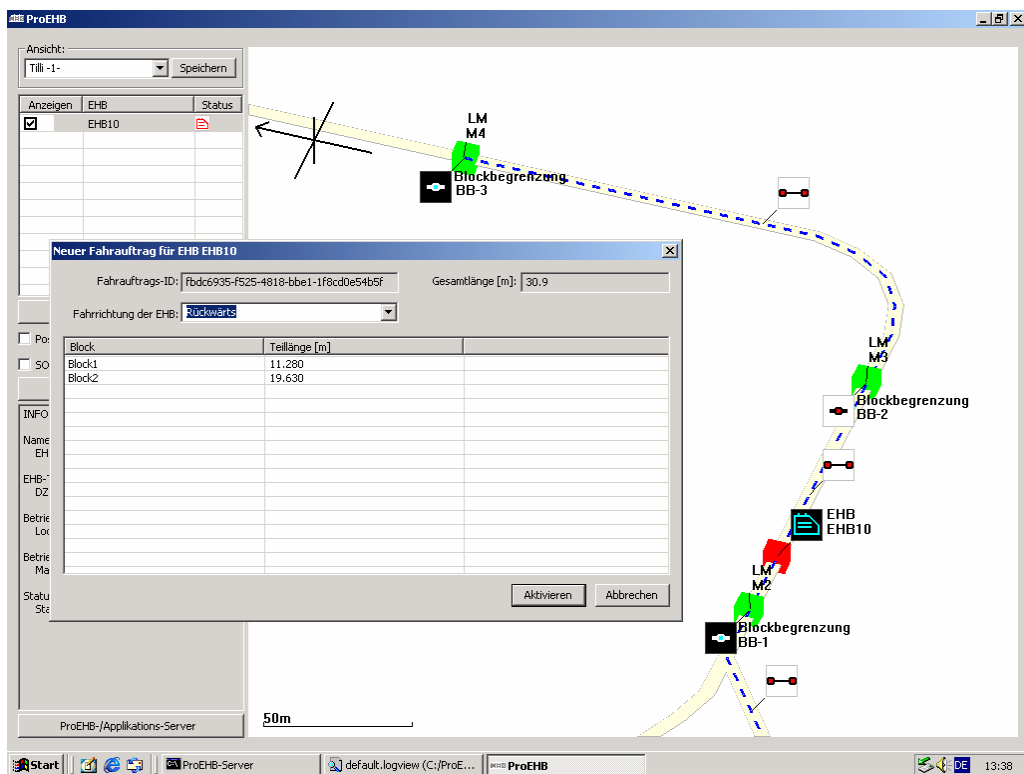


Abb. 4 – Benutzeroberfläche des ProEHB-Systems



Abb. 5a – Fahrerkabine mit Sensoren und Infrarot-Videokameras



Abb. 5b – Fahrerkabine mit Sensoren und Infrarot-Videokameras

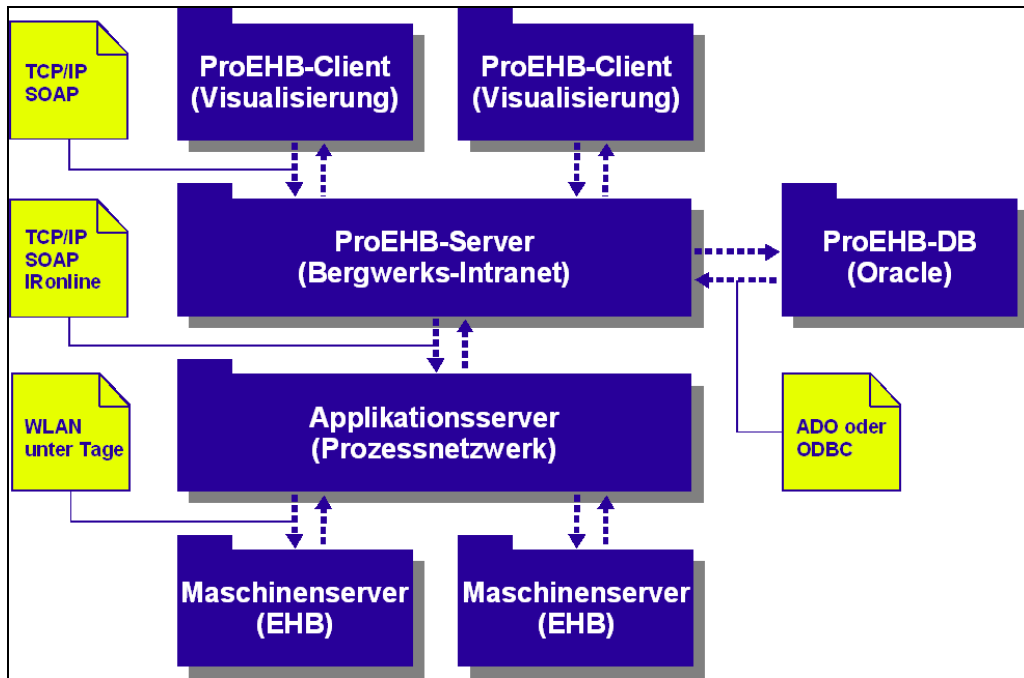


Abb. 6 – Struktur des ProEHB-Gesamtsystems